

Application No. 09/817, 018

RYUICHI EBINUMA, ET AL.

CFG 2458 US

"SUPPORTING STRUCTURE OF OPTICAL ELEMENT, EXPOSURE APPARATUS HAVING THE SAME, AND MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE"

GROUP ART UNIT: 日 本 国 特 許 庁

2812

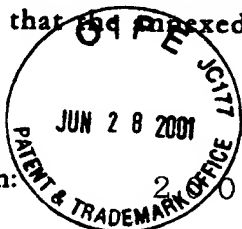
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:



2001年 3月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-080798

出 願 人

Applicant(s):

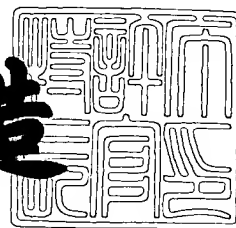
キヤノン株式会社

RECEIVED
JUN 29 2001
TC 2800 MAIL ROOM

2001年 4月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3033202

【書類名】 特許願

【整理番号】 4314010

【提出日】 平成13年 3月21日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G02B 7/02
G02B 7/10
H01L 21/027
G03B 27/32
G03B 27/72

【発明の名称】 光学要素の支持構造、それを用いた露光装置及び半導体デバイスの製造方法

【請求項の数】 51

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 海老沼 隆一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 須藤 裕次

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社

内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 94936

【出願日】 平成12年 3月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学要素の支持構造、それを用いた露光装置及び半導体デバイスの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、

前記光学要素を支持する第 1 の支持部材、前記第 1 の支持部材の外径側に位置し、前記第 1 の支持部材を支持する第 2 の支持部材を有し、該第 2 の支持部材は、前記第 1 の支持部材と前記第 2 の支持部材の径方向の間に位置し、内径側が前記第 1 の支持部材と結合し、外径側が前記第 2 の支持部材と結合し、径方向に弾性変形可能な弾性部材を備え、前記第 1 の支持部材と前記第 2 の支持部材とが軸方向において非接触であることを特徴とする光学要素の支持構造。

【請求項 2】 前記第 1 の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との間であることを特徴とする請求項 1 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 3】 前記光学要素の熱膨張係数と前記第 1 の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4】 前記光学要素が石英から成り、前記第 1 の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 5】 前記光学要素が石英から成り、前記第 1 の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコージライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 6】 前記光学要素が螢石から成り、前記第 1 の支持部材が銅を含む合金であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 7】 前記光学要素が螢石であり、前記第 1 の支持部材が 1 8 - 8

ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 8】 前記光学要素の熱膨張係数と、前記第 1 の支持部材の熱膨張係数と、前記第 2 の支持部材の熱膨張係数とが実質的に同じあることを特徴とする請求項 1 乃至 7 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 9】 前記弾性部材は、両端が前記第 1 の支持部材に結合され、中央部が前記第 2 の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第 1 の支持部材周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 10】 前記弾性部材が、前記支持部材 1 と同じ材質で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 11】 前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 12】 光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを有する露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項 1 乃至 11 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴とする露光装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴とする半導体デバイスなどの製造方法。

【請求項 14】 光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、光学要素と、光学要素を支持する第 1 の支持部材と、前記第 1 の支持部材を支持する、前記第 1 の支持部材とは異なる材質から成る第 2 の支持部材とを有し、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 1 の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との差より小さいことを特徴とする光学要素の支持構造。

【請求項 15】 前記第 1 の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との間であることを特徴とする請求項

1 4 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 1 6】 前記光学要素の熱膨張係数と前記第 1 の支持部材の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数とが実質的に一致していることを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 1 7】 前記光学要素が石英であり、前記第 1 の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 1 8】 前記光学要素が石英であり、前記第 1 の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコーズライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 1 9】 前記光学要素が螢石であり、前記第 1 の支持部材が銅を含む合金であることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 2 0】 前記光学要素が螢石であり、前記第 1 の支持部材が 1 8 - 8 ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 2 1】 前記第 2 の支持部材が、前記第 1 の支持部材を径方向に弾性変形する弾性部材を介して支持していることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 0 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 2 2】 前記弾性部材は、両端が前記第 1 の支持部材に結合され、中央部が前記第 2 の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第 1 の支持部材の周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 1 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 2 3】 前記弾性部材が、前記支持部材 1 と同じ材質で形成されていることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 2 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項24】 前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴とする請求項14乃至23いずれか1項記載の光学要素の支持構造。

【請求項25】 光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを有する露光装置であって、

前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項14乃至24いずれか1項に記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴とする露光装置。

【請求項26】 請求項25記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴とする半導体デバイス等の製造方法。

【請求項27】 光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、螢石からなる光学要素と、前記光学要素を支持する第1の支持部材と、前記第1の支持部材を支持する、前記第1の支持部材とは異なる材質から成る第2の支持部材とを有し、前記光学要素と前記第1の支持部材の熱膨張係数の差が $\pm 10\%$ 以内であることを特徴とする光学要素の支持構造。

【請求項28】 前記第1の支持部材は銅を含む合金から成ることを特徴とする請求項27記載の光学要素の支持構造。

【請求項29】 前記第2の支持部材は、前記第1の支持部材を径方向に弾性変形する弾性部材を介して支持し、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材は、前記光学要素の光軸方向に関して非接触であることを特徴とする請求項27又は28記載の光学要素の支持構造。

【請求項30】 前記光学要素の熱膨張係数と前記第1の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴とする請求項27乃至29いずれか1項記載の光学要素の支持構造。

【請求項31】 前記第1の支持部材は螢石とほぼ等しい熱膨張係数を有する銅亜鉛合金であることを特徴とする請求項27乃至30いずれか1項記載の光学要素の支持構造。

【請求項32】 光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを備える露光装置であって、前記

照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項 2 7 乃至 3 1 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴とする露光装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴とする半導体デバイス等の製造方法。

【請求項 3 4】 光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、複数の光学要素と、該複数の光学要素を個々に支持する複数の第 1 の支持部材と、該複数の第 1 の支持部材を前記光学要素の径方向に弾性変形可能な弾性部材を介して個々に支持する複数の第 2 の支持部材とを備えることを特徴とする光学要素の支持構造。

【請求項 3 5】 前記複数の第 1 の支持部材はお互いに非接触であることを特徴とする請求項 3 4 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 3 6】 前記複数の第 1 の支持部材と前記複数の第 2 の支持部材とは、前記光学要素の光軸方向においてお互いに非接触であることを特徴とする請求項 3 4 又は 3 5 記載の光学要素の支持構造。

【請求項 3 7】 前記複数の第 2 の支持部材同士は、相対的に移動可能な状態であることを特徴とする請求項 3 4 乃至 3 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 3 8】 前記第 1 の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との間にあることを特徴とする請求項 3 4 乃至 3 7 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 3 9】 前記光学要素の熱膨張係数と、前記第 1 の支持部材の熱膨張係数と、前記第 2 の支持部材の熱膨張係数とが実質的に同じであることを特徴とする請求項 3 4 乃至 3 8 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 0】 前記光学要素の熱膨張係数と前記第 1 の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴とする請求項 3 4 乃至 3 9 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 1】 前記光学要素と前記第 1 の支持部材との径方向の間には、前記光学要素の全周にわたり接着剤が充填されていることを特徴とする請求項 3

4 乃至 4 0 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 2】 前記光学要素と前記第 1 の支持部材との径方向の間には、前記光学要素の周上の複数箇所には、接着剤が不連続に充填されていることを特徴とする請求項 3 8 乃至 4 0 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 3】 前記光学要素が石英であり、前記第 1 の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 2 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 4】 前記光学要素が石英であり、前記第 1 の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコージライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 2 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 5】 前記光学要素が螢石であり、前記第 1 の支持部材が銅を含む合金であることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 2 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 6】 前記光学要素が螢石であり、前記第 1 の支持部材が 1 8 - 8 ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 2 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 7】 前記弾性部材は、両端が前記第 1 の支持部材に結合され、中央部が前記第 2 の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第 1 の支持部材周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 6 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 8】 前記弾性部材が、前記支持部材 1 と同じ材質で形成されていることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 7 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 4 9】 前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴とする請求項 3 4 乃至 4 8 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造。

【請求項 5 0】 光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを備える露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項 3 4 乃至 4 9 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴とする露光装置。

【請求項 5 1】 請求項 5 0 記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴とする半導体デバイス等の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学要素の支持構造、および該支持構造を用いて構成された露光装置等の光学装置と、該装置による半導体デバイス等の製造方法に関し、具体的には、レンズ、ミラーなどの光学要素の支持部材及び、このような支持部材による光学要素を用いた高精度な光学装置、例えば半導体集積回路等の製造に用いる露光装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体露光装置は、回路パターンを有する原板（レチクル）を基板（シリコンウエハ）に転写する装置である。転写する際には、レチクルのパターンをウエハ上に結像させるために投影レンズが用いられるが、高集積な回路を作成するために、投影レンズには高い解像力が要求される。そのために、半導体露光装置用のレンズは、収差が小さく抑えられている。

【 0 0 0 3 】

このようなことから、半導体露光装置用のレンズ等においては、ガラス材質や膜に関する諸特性の均一性や、ガラスの面形状の加工精度、組立精度が必要である。

【 0 0 0 4 】

レンズに用いられるガラスを保持する鏡筒は、金属などで形成されるのが一般的であり、ガラスと異なる材質のものが使用される。

【 0 0 0 5 】

図10は、従来の半導体露光装置用の光学系の一部であり、鏡筒構造の概念を示したものである。同図において、複数のレンズ101、102がそれぞれレンズを支持する金枠103、104に固定され、さらに、この金枠が筒状の支持部材105の中に積み立てられ、上部から押さえネジ環107、108によって押圧固定されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した従来のような鏡筒構造では、環境温度などの変化があると、レンズや鏡筒部品がそれぞれ温度によって形状変化するために、収差が変化することがある。特に、短波長の光源を用いる露光装置では、レンズに石英や螢石のガラスを用いるが、これらのレンズの材質及びそれを保持する鏡筒部品等は、それぞれ熱膨張係数が異なるため、それぞれが他から影響を受けることなく、自由に単純膨張、あるいは単純収縮することができず、結果的に環境温度等によってレンズの面形状が大きく変化することとなり、このような温度に起因する変形が、レンズの収差に大きな影響を与える原因となっていた。

【0007】

また、支持部材105は通常複数個を軸方向に重ねて配置されるが、重ねて結合する際や、他の要因で外力を受けると、レンズを支持する金枠が押されネジ環などから外力を受け、これがレンズ面形状を変化させ、光学系の性能を落とす要因ともなっていた。

【0008】

また前記の従来例では、金枠内周部に設置されたレンズは、自重により変形するが、こうした変形の方法および変形量はレンズ接置部の形状に依存し、レンズ接置部の平面精度はレンズの面精度以上に高精度に加工することが難しいこと、レンズ接置部の形状は加工品毎に異なり、そこに当接するレンズがどのように変形するかを事前に推定することができないことなどの理由により、微小変形が問題となる光学系では組立後に光学性能を評価した上で、所定のレンズの姿勢もしくは位置調整によって面変形による諸収差を補正する必要があり、組立調整工数を増大させていた。

【0009】

こうした問題を解決するために、レンズを複数点で支持し、それにより生ずる各光学素子ごとの変形の結果として発生する光学系全体の収差を小さくするように、光学素子の回転角を調整するという構成が、特開2000-66075に開示されているが、前述の構成では環境温度が変化したとき、レンズと金枠との熱膨張率の差によりレンズ面が変形してしまい（例えばレンズを3点支持した場合は、3θの変形が温度に対して敏感に変化する）所望の光学性能が得られないことが判明している。

【0010】

そこで、本発明は、上記従来のものにおける課題を解決し、温度環境の変化や、組み付けの際に発生する歪みに起因するレンズ面の変形を軽減することができ、安定で、収差が小さく、高い解像力を得ることが可能となる光学要素の支持構造、および該支持構造を用いて構成された露光装置等の光学装置と、該装置による半導体デバイス等の製造方法を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1の光学要素の支持構造は、光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、前記光学要素を支持する第1の支持部材、前記第1の支持部材の外径側に位置し、前記第1の支持部材を支持する第2の支持部材を有し、該第2の支持部材は、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材の径方向の間に位置し、内径側が前記第1の支持部材と結合し、外径側が前記第2の支持部材と結合し、径方向に弾性変形可能な弾性部材を備え、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材とが軸方向において非接触であることを特徴としている。

【0012】

請求項2の光学要素の支持構造は請求項1に従うものであって、前記第1の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数との間であることを特徴としている。

【0013】

請求項3の光学要素の支持構造は請求項1又は2に従うものであって、前記光

学要素の熱膨張係数と前記第1の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴としている。

【0014】

請求項4の光学要素の指示構造は請求項1乃至3いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英から成り、前記第1の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴としている。

【0015】

請求項5の光学要素の支持構造は請求項1乃至3いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英から成り、前記第1の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコージライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴としている。

【0016】

請求項6の光学要素の支持構造は請求項1乃至3いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石から成り、前記第1の支持部材が銅を含む合金であることを特徴としている。

【0017】

請求項7の光学要素の支持構造は請求項1乃至3いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石であり、前記第1の支持部材が18-8ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴としている。

【0018】

請求項8の光学要素の支持構造は請求項1乃至7いずれか1項に従うものであって、前記光学要素の熱膨張係数と、前記第1の支持部材の熱膨張係数と、前記第2の支持部材の熱膨張係数とが実質的に同じあることを特徴としている。

【0019】

請求項9の光学要素の支持構造は請求項1乃至8いずれか1項に従うものであって、前記弾性部材は、両端が前記第1の支持部材に結合され、中央部が前記第

2の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第1の支持部材周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴としている。

【0020】

請求項10の光学要素の支持構造は請求項1乃至9いずれか1項に従うものであって、前記弾性部材が、前記支持部材1と同じ材質で形成されていることを特徴としている。

【0021】

請求項11の光学要素の支持構造は請求項1乃至10いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴としている。

【0022】

請求項12の露光装置は、光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを有する露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項1乃至11いずれか1項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴としている。

【0023】

請求項13の半導体デバイス等の製造方法は、請求項12に記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴としている。

【0024】

請求項14の光学要素の支持構造は、光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、光学要素と、光学要素を支持する第1の支持部材と、前記第1の支持部材を支持する、前記第1の支持部材とは異なる材質から成る第2の支持部材とを有し、前記光学要素の熱膨張係数と前記第1の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数との差より小さいことを特徴としている。

【0025】

請求項15の光学要素の支持構造は請求項14に従うものであって、前記第1の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の

熱膨張係数との間であることを特徴としている。

【0026】

請求項16の光学要素の支持構造は請求項14又は15に従うものであって、前記光学要素の熱膨張係数と前記第1の支持部材の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数とが実質的に一致していることを特徴としている。

【0027】

請求項17の光学要素の支持構造は請求項14乃至16いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英であり、前記第1の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴としている。

【0028】

請求項18の光学要素の支持構造は請求項14乃至16いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英であり、前記第1の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコーズライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴としている。

【0029】

請求項19の光学要素の支持構造は請求項14乃至16いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石であり、前記第1の支持部材が銅を含む合金であることを特徴としている。

【0030】

請求項20の光学要素の支持構造は請求項14乃至16いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石であり、前記第1の支持部材が18-8ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴としている。

【0031】

請求項21の光学要素の支持構造は請求項14乃至20いずれか1項に従うものであって、前記第2の支持部材が、前記第1の支持部材を径方向に弾性変形する弾性部材を介して支持していることを特徴としている。

【0032】

請求項22の光学要素の支持構造は請求項14乃至21いずれか1項に従うものであって、前記弾性部材は、両端が前記第1の支持部材に結合され、中央部が前記第2の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第1の支持部材の周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴としている。

【0033】

請求項23の光学要素の支持構造は請求項14乃至22いずれか1項に従うものであって、前記弾性部材が、前記支持部材1と同じ材質で形成されていることを特徴としている。

【0034】

請求項24の光学要素の支持構造は請求項14乃至23いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴としている。

【0035】

請求項25の露光装置は、光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを有する露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項14乃至24いずれか1項に記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴としている。

【0036】

請求項26の半導体デバイス等の製造方法は、請求項25記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴としている。

【0037】

請求項27の光学要素の支持構造は、光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、

螢石からなる光学要素と、前記光学要素を支持する第1の支持部材と、前記第1の支持部材を支持する、前記第1の支持部材とは異なる材質から成る第2の支持部材とを有し、前記光学要素と前記第1の支持部材の熱膨張係数の差が $\pm 10\%$ 以内であることを特徴としている。

【0038】

請求項28の光学要素の支持構造は請求項27に従うものであって、前記第1の支持部材は銅を含む合金から成ることを特徴としている。

【0039】

請求項29の光学要素の支持構造は請求項27又は28に従うものであって、前記第2の支持部材は、前記第1の支持部材を径方向に弾性変形する弾性部材を介して支持し、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材は、前記光学要素の光軸方向に関して非接触であることを特徴としている。

【0040】

請求項30の光学要素の支持構造は請求項27乃至29いずれか1項に従うものであって、前記光学要素の熱膨張係数と前記第1の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第2の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴としている。

【0041】

請求項31の光学要素の支持構造は請求項27乃至30いずれか1項に従うものであって、前記第1の支持部材は螢石とほぼ等しい熱膨張係数を有する銅亜鉛合金であることを特徴としている。

【0042】

請求項32の露光装置は、光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを備える露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項27乃至31いずれか1項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴としている。

【0043】

請求項33の半導体デバイス等の製造方法は、請求項32記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴としている。

【0044】

請求項34の光学要素の支持構造は、光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、

複数の光学要素と、該複数の光学要素を個々に支持する複数の第1の支持部材と、該複数の第1の支持部材を前記光学要素の径方向に弾性変形可能な弾性部材

を介して個々に支持する複数の第 2 の支持部材とを備えることを特徴としている。

【 0 0 4 5 】

請求項 3 5 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 に従うものであって、前記複数の第 1 の支持部材はお互いに非接触であることを特徴としている。

【 0 0 4 6 】

請求項 3 6 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 又は 3 5 に従うものであって、前記複数の第 1 の支持部材と前記複数の第 2 の支持部材とは、前記光学要素の光軸方向においてお互いに非接触であることを特徴としている。

【 0 0 4 7 】

請求項 3 7 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 3 6 いずれか 1 項に従うものであって、前記複数の第 2 の支持部材同士は、相対的に移動可能な状態であることを特徴としている。

【 0 0 4 8 】

請求項 3 8 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 3 7 いずれか 1 項に従うものであって、前記第 1 の支持部材の熱膨張係数が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との間にあることを特徴としている。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 9 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 3 8 いずれか 1 項に従うものであって、前記光学要素の熱膨張係数と、前記第 1 の支持部材の熱膨張係数と、前記第 2 の支持部材の熱膨張係数とが実質的に同じであることを特徴としている。

【 0 0 5 0 】

請求項 4 0 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 3 9 いずれか 1 項に従うものであって、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 1 の支持部材の熱膨張係数との差が、前記光学要素の熱膨張係数と前記第 2 の支持部材の熱膨張係数との差よりも小さいことを特徴としている。

【 0 0 5 1 】

請求項 4 1 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 4 0 いずれか 1 項に従うも

のであって、前記光学要素と前記第1の支持部材との径方向の間には、前記光学要素の全周にわたり接着剤が充填されていることを特徴としている。

【0052】

請求項42の光学要素の支持構造は請求項38乃至40いずれか1項に従うものであって、前記光学要素と前記第1の支持部材との径方向の間には、前記光学要素の周上の複数箇所には、接着剤が不連続に充填されていることを特徴としている。

【0053】

請求項43の光学要素の支持構造は請求項34乃至42いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英であり、前記第1の支持部材がニッケルを含む合金であることを特徴としている。

【0054】

請求項44の光学要素の支持構造は請求項34乃至42いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が石英であり、前記第1の支持部材が酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコーズライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、低熱膨張ガラスであるゼロジュール（登録商標）等であることを特徴としている。

【0055】

請求項45の光学要素の支持構造は請求項34乃至42いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石であり、前記第1の支持部材が銅を含む合金であることを特徴としている。

【0056】

請求項46の光学要素の支持構造は請求項34乃至42いずれか1項に従うものであって、前記光学要素が螢石であり、前記第1の支持部材が18-8ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいはアルミニウムを主成分とした合金であることを特徴としている。

【0057】

請求項47の光学要素の支持構造は請求項34乃至46いずれか1項に従うものであって、前記弾性部材は、両端が前記第1の支持部材に結合され、中央部が

前記第 2 の支持部材に結合されている板状のバネ部材で構成され、該板状のバネ部材が前記第 1 の支持部材周辺部分に略等間隔に複数設けられていることを特徴としている。

【 0 0 5 8 】

請求項 4 8 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 4 7 いずれか 1 項に従うものであって、前記弾性部材が、前記支持部材 1 と同じ材質で形成されていることを特徴としている。

【 0 0 5 9 】

請求項 4 9 の光学要素の支持構造は請求項 3 4 乃至 4 8 いずれか 1 項に従うものであって、前記光学要素が、レンズ、またはミラー、または回折を応用した光学素子のいずれかであることを特徴としている。

【 0 0 6 0 】

請求項 5 0 の露光装置は、光源からの光でレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルからの光をウエハ上に導く投影光学系とを備える露光装置であって、前記照明光学系及び／又は前記投影光学系が請求項 3 4 乃至 4 9 いずれか 1 項記載の光学要素の支持構造を有していることを特徴としている。

【 0 0 6 1 】

請求項 5 1 の半導体デバイス等の製造方法は、請求項 5 0 記載の露光装置による露光工程を含むことを特徴としている。

【 0 0 6 2 】

【発明の実施の形態】

本実施の形態で開示する光学要素の支持構造、および該支持構造を用いて構成された露光装置等の光学装置と、該装置による半導体デバイス等の製造方法は、上記した構成により温度環境の変化や、組み付けの際に発生する歪みに起因するレンズ面の不要な変形を軽減することができ、安定で、収差が小さく、高い解像力を実現することができる。例えば、上記構成を用いることによって、光学装置が置かれる環境の温度変化や、光学要素の光エネルギーの吸収による温度上昇などによる熱歪みで、光学要素に発生する変形等が軽減される。

【 0 0 6 3 】

また、上記構成を用いることによって、実質的に熱膨張係数差を小さくすることができ、光学要素の熱変形を小さくすることができる。また、上記構成を用いることによって、第1の支持部材と、第2の支持部材との熱変形の違いを弾性部が吸収する際に、応力の発生を少なくすることができ、変形を吸収する能率を向上させることができる。また、上記構成を用いることによって、光学要素の偏芯を防いだり、微少ながら光学要素に及ぶ不要な熱変形を軸対称としたりすることができるので、光学的性能に及ぼす悪影響をより有効に軽減することができる。また、上記構成を用いることによって、安定で、収差が小さく、高い解像力の光学装置または半導体等の製造装置を実現することができる。

【0064】

以下に、本発明の実施例について説明する。

【0065】

(実施例1)

本発明の実施例1は、上記構成を用いてレンズの支持部材を構成したものであり、図1は本実施例における光学部材の中心から半分を示したものである。

【0066】

同図において、1は石英のレンズ、11は1のレンズを支持する支持部材であり、石英とほぼ等しい熱膨張係数を有するニッケル合金であるインバーを用いている。なお、レンズ1は支持部材11に接着により固定されている。

【0067】

3はこれらのレンズを同軸上に支持するための支持部材であり、鉄材を用いている。

【0068】

上記支持部材11の周辺部分は、複数箇所切り欠かれ、この部分に板状のばねを構成する弾性部材12が設けられている。この弾性部材12は、板の両端にて支持部材11に結合され、中央部にて支持部材3に結合されている。このような支持構造によって、弾性部材12は光学要素に対し、半径方向に低い弾性を有するような構造になっている。

【0069】

また、2は螢石のレンズ、21はレンズ2を支持する支持部材であり、螢石とほぼ等しい熱膨張係数を有する銅亜鉛合金である真鍮である。

【0070】

レンズ2も支持部材21に接着されている。22は12と同様の弾性部材である。

【0071】

図2は、図3に示すレンズの支持部材の一部であり、1つのレンズユニットで、弾性部材の取り付け位置を示している。この図に示されるように、弾性部材12はほぼ等しい角度ピッチで支持部材11の周囲に複数個設けられており、その内径側の両側12aにて支持部材11とはネジ結合される。又、弾性部材12はその外径側の中央位置12bにて支持部材3とネジ結合されている。支持部材11は支持部材3とは軸方向において非接触であり、支持部材11の自重は弾性部材12が受けることになる。

【0072】

この弾性部材の材質は、支持部材11と同一のものが望ましいが、ステンレスなどのばね用金属部材やジルコニウムなどの非金属類など、他の材質を用いても良い。これは、支持部材11の剛性が、弾性部材12に十分勝る場合は、両者の熱膨張率の違いによる熱歪みが全体に与える影響が少ないからである。同様に、弾性部材22も支持部材21と同一のものが望ましいが、他の材質を用いても良い。

【0073】

図2では、3つの弾性部材を配置する場合について説明しているが、この数は望ましくは3つであるが、必ずしも3つには限られず、少なくとも2つ以上であれば良い。いずれにしても、支持部材11、21の周囲に弾性部材12、22を等間隔に配置することによって熱歪みによる支持部材11、21の偏芯を起こさないようにすることができる。

【0074】

このような構造の鏡筒において、環境温度が変化すると、支持部材3と、支持部材11とは熱膨張係数が異なるので、異なる膨張あるいは収縮を起こすことに

なるが、弾性部材 1 2 の板状のばね部分が曲げ変形を起こすことによって、これらの熱膨張差を吸収し、支持部材 1 1 がほぼ自由に単純膨張、あるいは単純収縮となる変形を起こすことができる。

【 0 0 7 5 】

また、石英のレンズ 1 及び螢石のレンズ 2 と、その周囲の支持部材 1 1、2 1 とは、それぞれほぼ同じ熱膨張率であるから、レンズが単純膨張あるいは単純収縮に近い形状変化となり、光学性能に有害な面形状の歪みの発生を抑えることができる。

【 0 0 7 6 】

レンズとその周囲の支持部材との熱膨張係数の差に関する許容値は、光学システムが置かれる温度環境の精度や、光学システムに要求される光学的性能によって異なる。

【 0 0 7 7 】

また、支持部材の材質は、これらの条件を勘案して、最適な部材を選択することができる。例えば、それらの条件が許容できれば、石英レンズの支持部材 1 1 の材質として、石英の熱膨張係数に若干の差があるとしても、アルミナセラミックや、鉄系の材質などを選択することができる。いずれにしても、支持部材 3 の熱膨張係数よりも、よりレンズの熱膨張係数に近い材質の部材をレンズの支持部材 1 1、2 1 に用いることで、レンズの温度変化に起因するレンズ面形状の有害な変化を軽減することができ、光学システムの温度安定性を向上させることができる。又、支持部材 1 1、2 1 は支持部材 3 とは軸方向及び径方向において直接的には非接触であり、両者共、弾性部材 1 2、2 2 を介して支持される。このことは、支持部材 3 の外力や自重による変形を直接的に支持部材 1 1、2 1 へは伝えず、支持部材 1 1、2 1 の変形による各レンズ 1、2 の面形状の歪みを抑える効果を生み出している。

【 0 0 7 8 】

(実施例 2)

図 3 に、本発明の実施例 2 におけるレンズの支持部材の構成を示す。

【 0 0 7 9 】

同図において、31は石英のレンズ、32はインバー部材のレンズ支持部材、33はゴム系の接着部材で、弾性を有している。さらに34はレンズ支持部材32を支持する部材であり、鉄材を用いる。

【0080】

本実施例においても、実施例1と同様、支持部材32の熱膨張係数をレンズ31の熱膨張係数に近いものとする事で、支持部材34と支持部材32との熱膨張係数の違いによる不要な熱変形を接着剤33の弾性によって緩和させることができ、レンズの面形状の有害な歪みを軽減することが可能となる。

【0081】

(実施例3)

本発明の実施例を以下、図5～7を用いて説明する。図5は本発明の実施例となる光学装置の中心から半分を示したものである。重力方向は光軸と一致し、図中の-Z方向である。

【0082】

図5において、5は石英のレンズ、51はレンズ5を支持する支持部材であり、レンズ周辺部を重力方向に支える3個所の突起を120度ピッチで有している。本実施例においては支持部材51の材質は真鍮である。また、レンズ5周辺部と支持部材51の径方向の隙間には、全周にわたって接着剤が充填され、レンズ5は支持部材51に固定されている。53はこれらのレンズを同軸上に支持するための支持部材であり、鉄材を用いている。支持部材51の周辺部分を複数箇所切り欠き、この部分に板状のばねを構成する弾性部材52を設けている。弾性部材52は板の両端にて支持部材51に結合され、中央部にて支持部材53に結合されている。このような支持構造によって、弾性部材52は光学要素に対し、半径方向に低い弾性率を有するような構造になっている。

【0083】

54はスペーサであり、前記レンズ5、支持部材51、支持部材53、弾性部材52それぞれ一つずつから構成される鏡筒ユニット同士の光軸方向の間隔を所定の間隔に調整するため部材である。図7に示すように支持部材53及びスペーサ54は外周部に60度ピッチでボルト締結用の穴およびタップが設けてあり、

各鏡筒ユニットは相対的に、60度ピッチで任意の角度で回転させて組合せて固定することができるとともに、ボルト穴とボルトとの隙間分だけ、光軸と垂直方向に移動して固定し、所望の光学特性に調整することが可能である。もちろんこのボルト締結用の穴は60度ピッチに限らず、30度ピッチや45度ピッチもしくはその他のピッチでも構わない。また、ボルト締結用の穴とボルトの隙間分だけ移動可能な本実施例の構造とは異なる構造を用いて、光軸と垂直方向に移動可能な構成としても構わない。

【0084】

各レンズ5は支持部材51により3点で支持されているため、重力方向に3θの自重変形が起こるが、鏡筒ユニットを光軸中心に所定の角度だけ回転させてとりつけることにより、自重変形により生じる各レンズの収差を、光学系トータルでキャンセルして、所望の光学性能に調整している。本実施例では、相対的に60度ずらして取り付けられている。

【0085】

図6は、3つの弾性部材を配置する場合について説明しているが、この数は望ましくは3つであるが、3つとは限らなく、2つ以上であれば良い。いずれにしても、支持部材51の周囲に弾性部材52を等間隔に配置することによって熱歪みによる支持部材51の偏芯を起こさないようにすることができる。

【0086】

このような構造の鏡筒において、環境温度が変化すると、支持部材53と、支持部材51とは熱膨張係数が異なるので、異なる膨張あるいは収縮を起こすことになるが、弾性部材52の板状のばね部分が曲げ変形を起こすことによって、これらの熱膨張差を吸収し、支持部材51がほぼ自由に単純膨張、あるいは単純収縮となる変形を起こすことができる。

【0087】

また、石英のレンズ5と支持部材51においては、熱膨張差を吸収する弾性部材が介在しないため、環境温度が変化すると、異なる膨張あるいは収縮をおこし、レンズ形状が変化するが、レンズ全周にわたって均一に接着剤が充填されているため、その変化は軸対称な微小変形に限定され、3θ形状は変化しないことを

、計算および実験によって確認した。

【0088】

このような構成を用いることで、レンズの温度変化に起因するレンズ面形状の有害な変化を軽減することができ、光学システムの温度安定性を向上させることができる。

【0089】

また、レンズの自重変形や、レンズ研磨工程で生じたレンズ面形状に応じて、各レンズを独立に、光軸中心に所望の角度に組合せること、さらに光軸と垂直方向に偏芯調整を行うことができ、光学システムの収差を所望の性能に追い込むことが可能である。

【0090】

(実施例4)

実施例4を図8を用いて説明する。図8は本発明の実施例4にかかる投影光学系の構成を表す概略図である。図8において、実施例3と同一の符号は同一の部材を表す。重力方向は光軸と一致し、図中の-Z方向である。

【0091】

図8において、61はレンズ5を支持する支持部材であり、レンズ周辺部を重力方向に支える3個所の突起を120度ピッチで有しており、石英とほぼ等しい熱膨張係数を有するニッケル合金であるインバーを用いている。また、レンズ周辺部と支持部材61の径方向の隙間には、前記3個所の突起部近傍に接着剤が充填され、レンズは支持部材に固定されている。この接着剤の塗布面積は、所定の加速度が本光学システムに加わった時にレンズ5が位置変動をおこさないよう、レンズの重量によって決められる。

【0092】

各レンズ5は支持部材51により3点で支持されているため、重力方向に3θの自重変形が起こるが、鏡筒ユニットを光軸中心に所定の角度だけ回転させてとりつけることにより、自重変形により生じる各レンズの収差を、光学系トータルでキャンセルして、所望の光学性能に調整している。本実施例では、相対的に60度ずらして取り付けられている。

【0093】

このような構造の鏡筒において、環境温度が変化した時に、弾性部材52の板状のばね部分が曲げ変形を起こすことによって、支持部材61と支持部材53との熱膨張差を吸収し、支持部材61がほぼ自由に単純膨張、あるいは単純収縮となる変形を起こすことができる点は、前記第一の実施例と同様である。

【0094】

本実施例においては、石英のレンズ5とその周囲の支持部材61とは、それぞれほぼ同じ熱膨張率であるから、レンズが単純膨張あるいは単純収縮に近い形状変化となり、光学性能に有害な面形状の歪みの発生を抑えることができる。

【0095】

また本実施例ではレンズ5と支持部材61との接合には接着剤を用いたが、本構成を用いればレンズの周辺部を機械的に押圧することによっても同様の効果を得ることができる。

【0096】

このように本実施例によれば、接着剤の使用を最小限に押さえることができるため、接着剤から発生し光学性能の劣化の原因となる有害なガスを、極小に押さえることが可能で、光学システムの温度安定性のみならず、長期安定性を向上させることができる。

【0097】

(実施例5)

実施例5を図9を用いて説明する。図9は本発明の実施例にかかる投影光学系の構成を表す概略図である。図9において、実施例3と同一の符号は同一の部材を表す。重力方向は光軸と一致し、図中の-Z方向である。

【0098】

図9において、62は鏡筒ユニットを同軸上に支持するための支持部材であり、鏡筒ユニットは、レンズを光軸方向に位置調整するためのスペーサ54を挟んで、支持部材62内の所望の位置にボルト締結される。

【0099】

前記実施例3、4において、スペーサを介して鏡筒ユニット同士がボルト締結

されていたが、本実施例においては、それぞれの鏡筒ユニットが高剛性を有する支持部材62に締結されているため、鏡筒ユニット同士が相互に組立て歪みを与えることなく、光学系を構成することが可能である。

【0100】

また、本実施例においては実施例3同様、支持部材51は真鍮を用い、レンズ5外周部全周にわたって接着剤を充填する構成をとったが、もちろん実施例4と同様に、レンズと支持部材の熱膨張係数をほぼ等しくし、接着剤を減らした構成にすることも可能である。

【0101】

(実施例6)

図4は、図1あるいは図3に示すレンズの支持部材を、半導体露光装置に適用したものであり、露光装置を模式的に示す図である。この露光装置において、レチクルステージ41に搭載されたレチクル40の一部に照明光学系44から露光用の照明光が照射される。照明光源は波長193nmのエキシマレーザ光である。照射領域は、スリット状であり、レチクルのパターン領域の一部をカバーする。このスリット部分に相当するパターンは投影光学系42によって1/4に縮小されて、ウエハステージ43に搭載されたウエハ45上に投影される。投影光学系は、露光装置のフレーム46に搭載されている。

【0102】

投影光学系に対しレチクルとウエハとを走査することによりレチクルのパターン領域をウエハ上の感光剤に転写する。この走査露光がウエハ上の複数の転写領域（ショット）に対して繰り返し行なわれる。投影光学系42は、高い解像性能が必要であり、レンズの支持として精度の高い構造が要求される。レンズ材料としては、石英と蛍石が用いられる。

【0103】

これらのレンズを支持する支持構造は図1に示す構造となっており、図1において1を石英のレンズ、2を蛍石のレンズとすると、11はインバーなどの鉄とニッケルを主成分とする合金部材であり、21は黄銅などの銅と亜鉛とを主成分とする合金部材とするのが適切である。両者共、レンズの熱膨張係数とほぼ同じ

熱膨張係数を有する材質を用いることが望ましい。石英レンズ1を支持する支持部材11としては、酸化マグネシウムと酸化シリコンなどからなるコージライト系のセラミックス材料、あるいはアルミナ、窒化シリコンなどのセラミックス材料、あるいは、商品名ゼロジュールと呼ばれる低熱膨張ガラスなどが適切な材料として選択できる。

【0104】

また、蛍石レンズを支持する部材21としては、いわゆる18-8ステンレスなどの鉄、クロム、ニッケルによる合金、あるいは銅、あるいはリン青銅とよばれる銅、錫、リンによる合金、あるいは銅、あるいは白銅とよばれるニッケル、鉄、マンガン、銅による合金、あるいはニッケル、クロムによる合金あるいはアルミニウムを主成分とした合金、例えばアルミニウム、シリコン、銅によるアルミニウムダイカスト用合金なども適切な材質として選択できる。特に露光装置に適用する場合は露光光のエネルギーがレンズに吸収され熱を発生させるので、熱伝導率の高い銅系の合金はより望ましい。蛍石の熱膨張率は約 19 ppm であるが、この値に対し $\pm 10\%$ 程度以内の違いである材料を部材21に用いることで温度によるレンズへの悪影響を実質的に問題のない程度に抑えることができることを発明者はシミュレーションによって確認した。

【0105】

支持部材3の材質としては鉄をはじめとして、どのような熱膨張係数の材料を利用してもよい。弾性部材12、22によって異なる材質間の熱膨張係数の差に起因するレンズの不要な変形を軽減することができる。レンズ全体を露光装置本体のフレーム46に固定する際に、レンズ支持部材3には結合による歪みが発生する場合があるが、弾性部材12、22はこの歪みがレンズに及ぶのも軽減する作用がある。従って高精度なレンズ支持構造を得ることができるので、半導体製造に必要な解像力を得るためのレンズシステムを実現することが可能になる。

【0106】

露光装置に用いるレンズ支持構造において重要なことは、レンズ自体が露光によるレーザー光によって熱を持つことである。このレンズの熱による膨張の際に支持部材11、21がレンズとほぼ同じ熱膨張係数を持つことは支持部材への熱

伝導による支持部材 1 1、2 1 の膨張がレンズと同じ程度となり、レンズの不正な歪みの発生を抑える点で大きな効果を生むことになる。

【0 1 0 7】

この実施例 6 は実施例 3、4、5 の光学要素の支持構造にも当然適用できる。

【0 1 0 8】

【発明の効果】

以上の実施例においては、半導体露光装置の投影レンズシステムを例として説明したが、光学要素としてはレンズ以外にミラーに適用しても良い。また、回折を応用した光学素子など、変形を問題とする光学素子に適用することが可能である。

【0 1 0 9】

また、本発明によれば、温度環境の変化や、組み付けの際に発生する歪みや、レンズ自体の熱に起因するレンズ面の不要な変形を軽減することができるので高精度な光学要素の支持構造を実現することができる。また、これを半導体露光装置などの投影光学系に適用することによって、安定で、収差の小さい露光が実現でき、解像力の高い転写の達成によって、微細な半導体や表示素子を製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例 1 におけるレンズ支持部材の構成を示す図

【図 2】

本発明の実施例 1 におけるレンズ支持部材の構成の一部を示す図

【図 3】

本発明の実施例 2 におけるレンズ支持部材の構成を示す図

【図 4】

本発明の実施例 6 における半導体露光装置の構成を示す図

【図 5】

本発明の実施例 3 におけるレンズ支持部材の構成を示す図

【図 6】

本発明の実施例 3 におけるレンズ支持部材の一部を示す図

【図 7】

本発明の実施例 3 における第二の支持部材の結合部を示した詳細図

【図 8】

本発明の実施例 4 におけるレンズ支持構造の構成を示す図

【図 9】

本発明の実施例 5 におけるレンズ支持構造の構成を示す図

【図 1 0】

従来例におけるレンズ保持部材の構成を示す図

【符号の説明】

- 1 石英のレンズ
- 2 螢石などのレンズ
- 3 支持部材
 - 1 1 支持部材
 - 1 2 弾性部材
 - 2 1 合金部材
 - 2 2 弾性部材
 - 3 1 石英のレンズ
 - 3 2 レンズ支持部材
 - 3 3 ゴム系の接着部材
- 4 0 レチクル
 - 4 1 レチクルステージ
 - 4 2 投影光学系
 - 4 3 ウエハステージ
 - 4 4 照明光学系
 - 4 5 ウエハ
 - 4 6 露光装置のフレーム
- 1 0 2 レンズ
- 1 0 3 金枠

特2001-080798

104 金棒

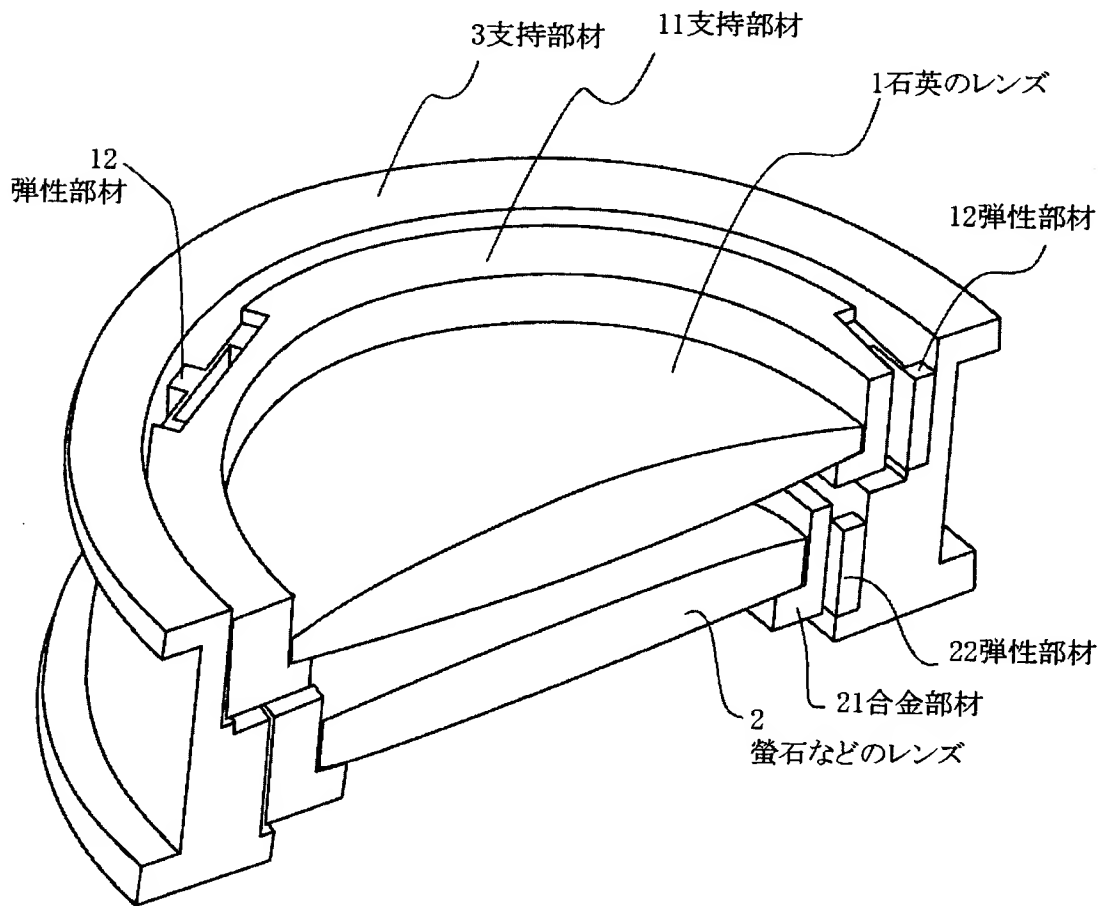
105 支持部材

107 ネジ環

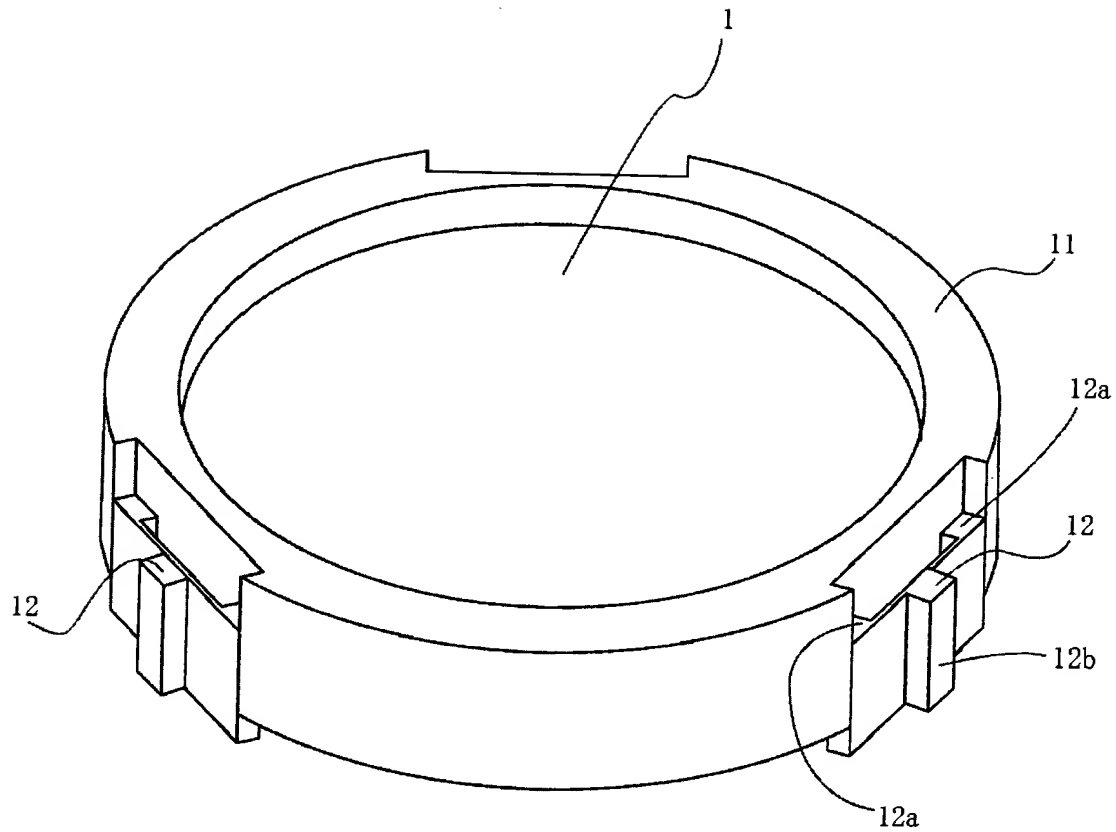
108 ネジ環

【書類名】 図面

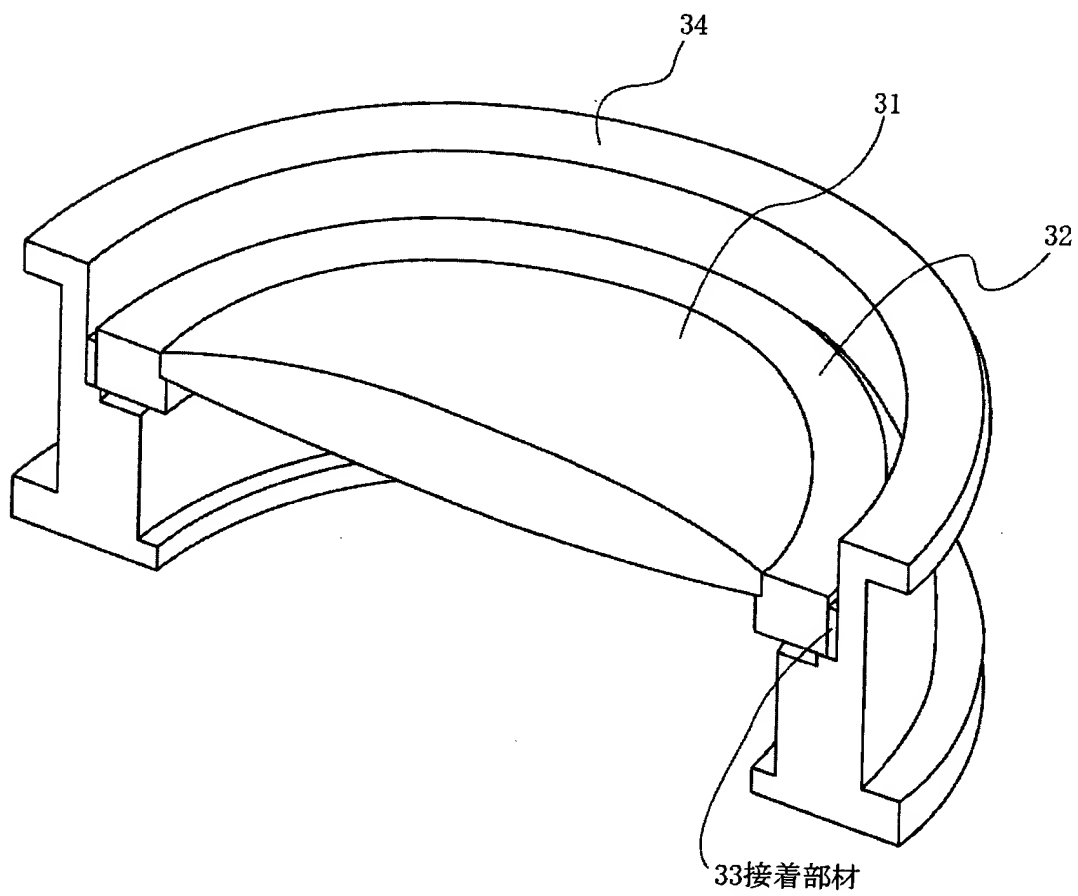
【図1】



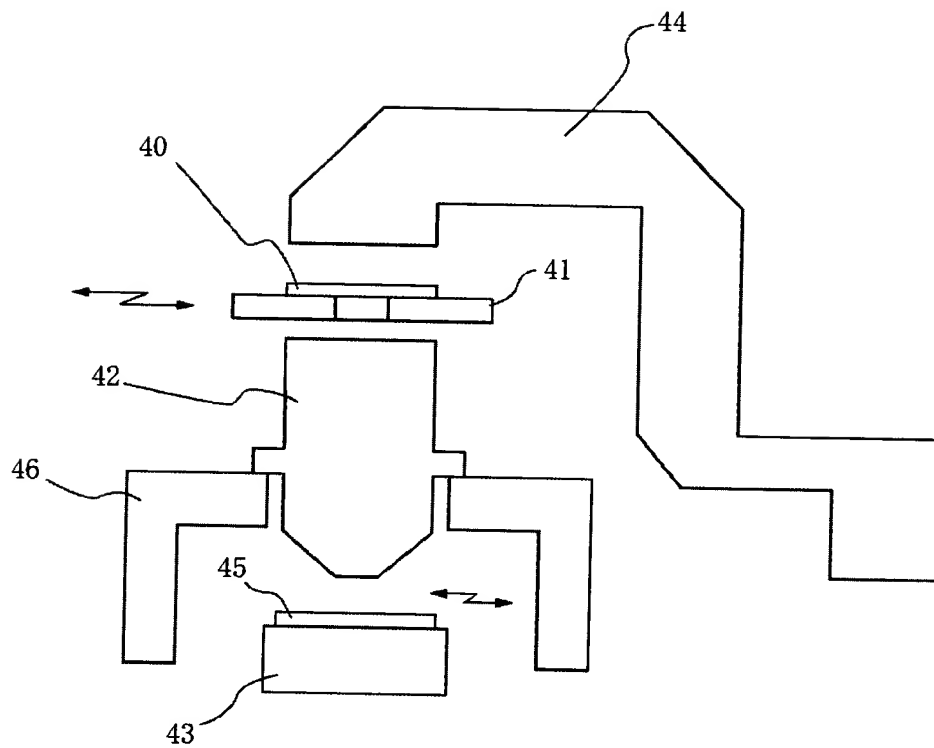
【図2】



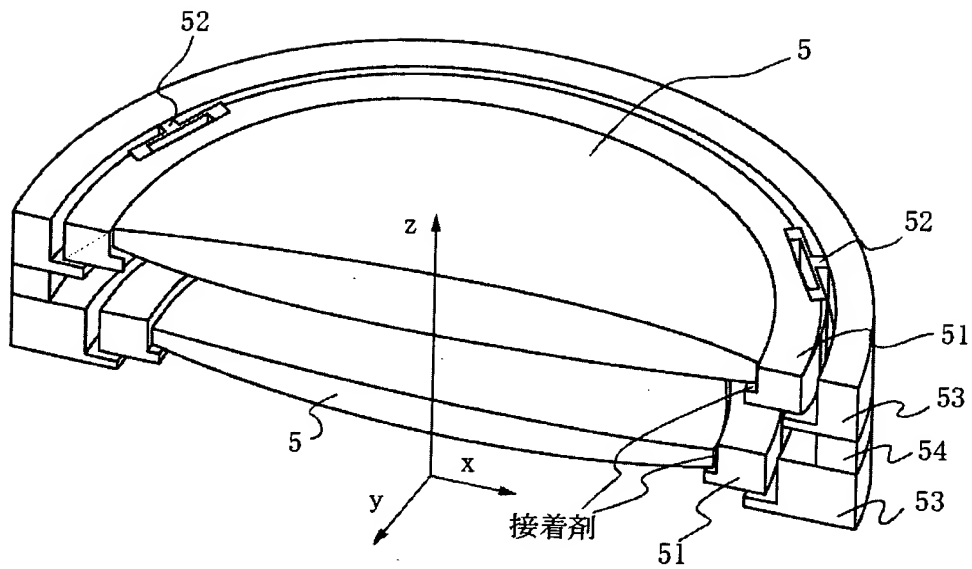
【図3】



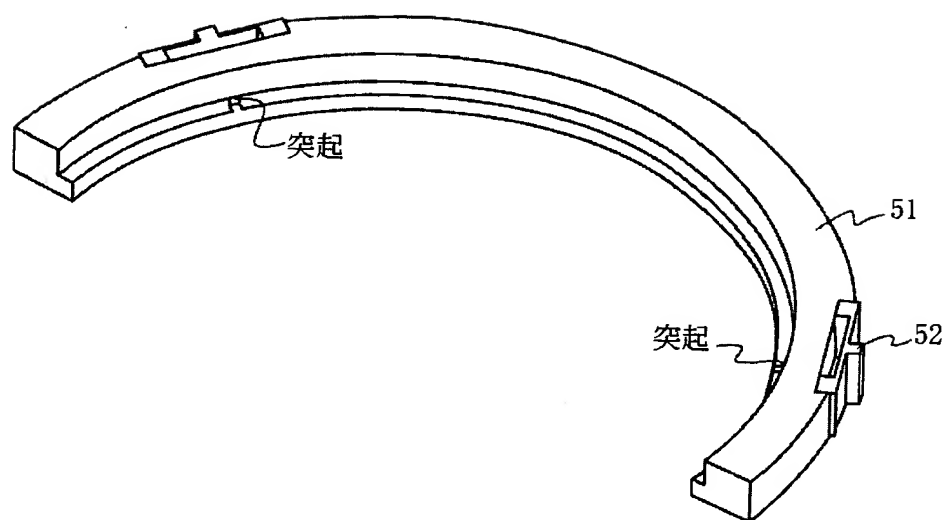
【図 4】



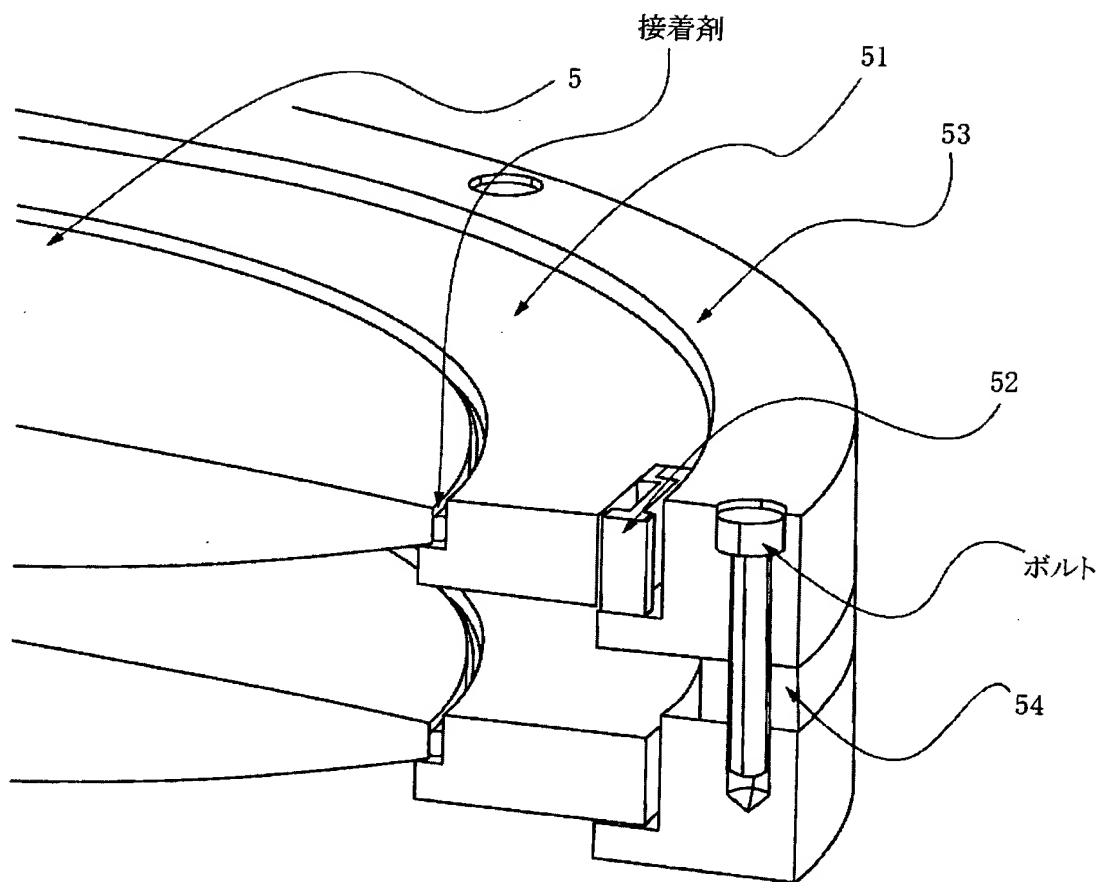
【図5】



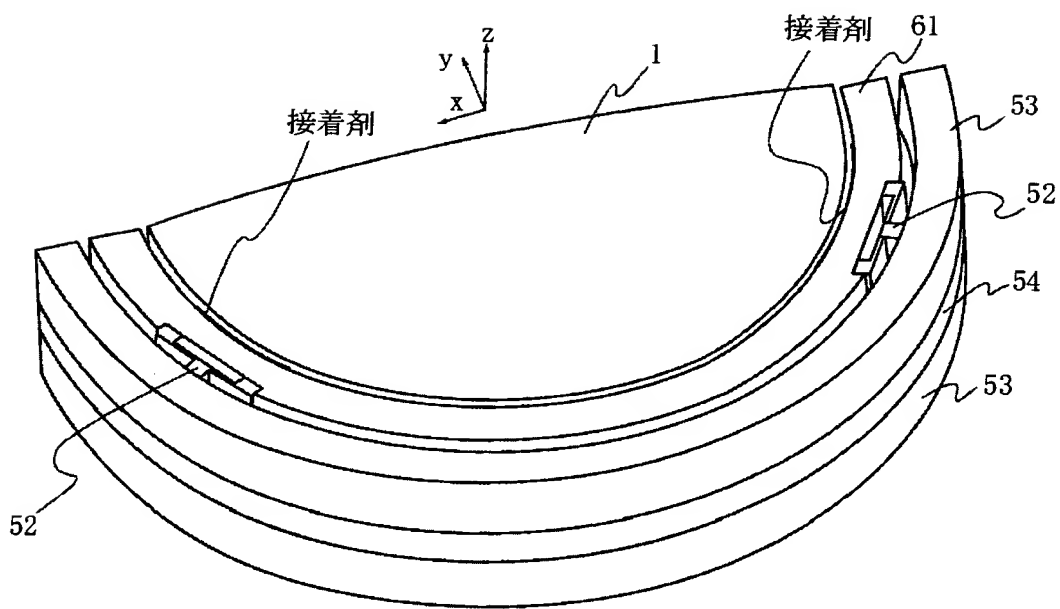
【図6】



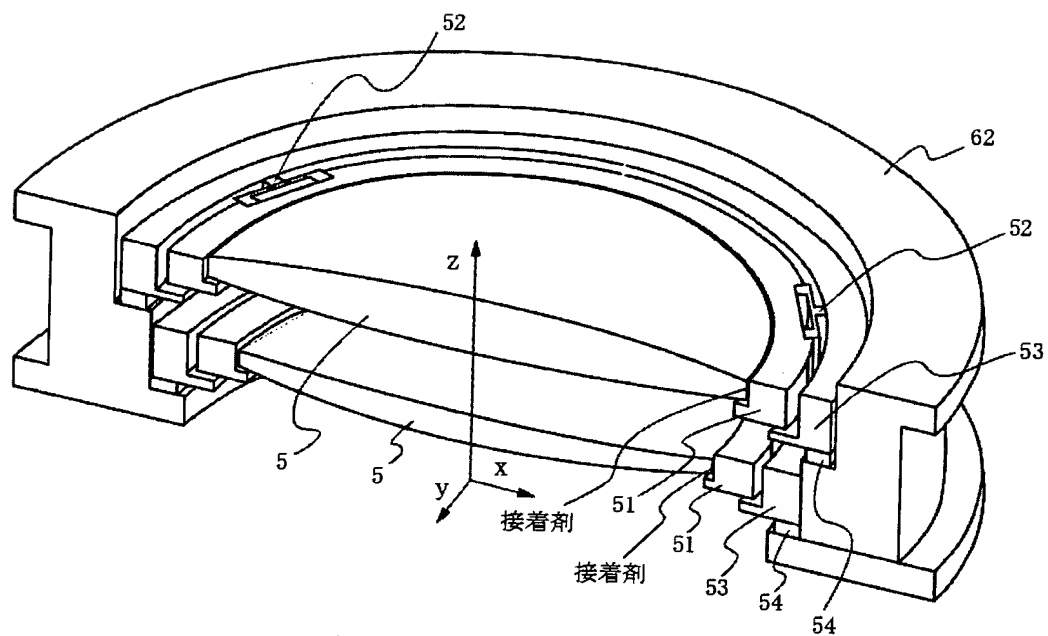
【図7】



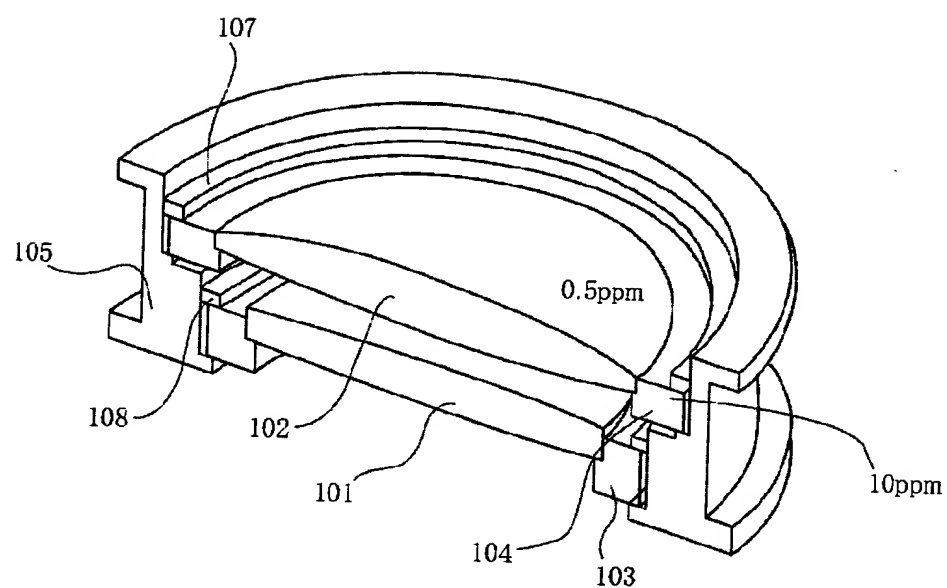
【図8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度環境の変化や、組み付けの際に発生する歪みに起因するレンズ面の変形を軽減することができ、安定で、収差が小さく、高い解像力を得ることが可能となる光学要素の支持構造、および該支持構造を用いて構成された露光装置等の光学装置と、該装置による半導体デバイス等の製造方法を提供する。

【解決手段】 光学要素を支持する光学要素の支持構造であって、前記光学要素を支持する第1の支持部材と、前記第1の支持部材の外径側に位置し、前記第1の支持部材を支持する第2の支持部材とを有し、該第2の支持部材は、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材の径方向の間に位置し、内径側が前記第1の支持部材と結合し、外径側が前記第2の支持部材と結合し、径方向に弾性変形可能な弾性部材を備え、前記第1の支持部材と前記第2の支持部材とが軸方向において非接触であるように構成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2001-080798
受付番号 50100400164
書類名 特許願
担当官 第一担当上席 0090
作成日 平成13年 3月26日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内
【氏名又は名称】 西山 恵三

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内
【氏名又は名称】 内尾 裕一

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社